

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **58093321 A**(43) Date of publication of application: **03 . 06 . 83**

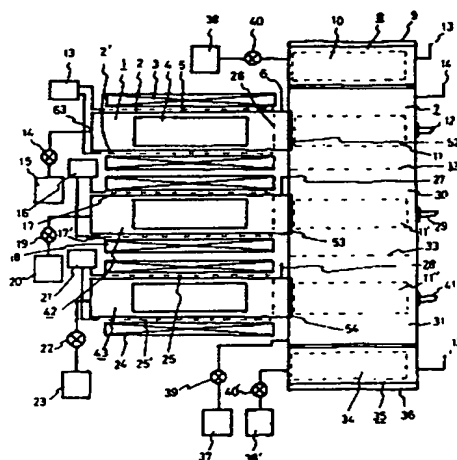
(51) Int. Cl

H01L 21/205**H01L 31/04**(21) Application number: **56192292**(22) Date of filing: **30 . 11 . 81**(71) Applicant: **SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
CO LTD**(72) Inventor: **YAMAZAKI SHUNPEI****(54) MANUFACTURING APPARATUS FOR
SEMICONDUCTOR DEVICE**port 31, before being taken out by opening a gate valve
36.**(57) Abstract:**

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

PURPOSE: To prevent the introduction of oxygen and moisture in a reaction furnace and to improve productivity and reproducibility thereof by a method wherein a chamber equipped with a mechanism for holding or moving a substrate and a substrate holder is coupled with a reaction tube.

CONSTITUTION: A substrate and its holder 4 are placed under vacuum in a preliminary chamber 8 by a pump 38 and a valve 40 and, when the substrate and the holder are put in such a vacuous state that it is almost equivalent to the vacuum under which a chamber 1 of a reaction furnace 5 equipped with electrodes 2, 2', 17, 17', 25, 25' for plasma discharge and resistor heaters 3, 18, 24, and a first chamber 7 provided with a mechanism for moving the holder 4 into and out the reaction furnace are placed, the substrate and the holder are moved into the chamber 1 of the reaction furnace from a holder 11 by opening a valve 52. After the reaction, the holder 4 is moved to the holder 11 and then to a second chamber 30 by opening a shutter 32. After the substrate is made to react in the same manner, the holder 11 is moved to a holder 34 through a second preliminary chamber 35 under vacuum and placed under the atmospheric pressure by means of a



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—93321

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/205
31/04

識別記号

庁内整理番号
7739—5F
7021—5F

④ 公開 昭和58年(1983)6月3日

発明の数 1
審査請求 有

(全 8 頁)

⑭ 半導体装置製造装置

番21号株式会社半導体エネルギー
—研究所内

⑪ 特 願 昭56—192292

⑰ 出 願 人 株式会社半導体エネルギー研究
所

⑫ 出 願 昭56(1981)11月30日

⑬ 発 明 者 山崎舜平

東京都世田谷区北烏山7丁目21
番21号

東京都世田谷区北烏山7丁目21

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置製造装置

2. 特許請求の範囲

1. 筒状を有するプラズマ気相用反応炉と該反応炉の外側の加熱装置と該加熱装置の内側または前記反応炉の筒方向に配されたプラズマ放電用の一対の放電エネルギー供給用電極と該電極に放電エネルギーを供給する電源とを具備する第1の反応系と、前記反応炉の一方に連結された減圧下にて基板および基板ホルダーを保持または移動する機構を有する第1の室を有し、前記第1の室に連結した前記第1の室と同様の第2の室と該第2の室に連結した前記第1の反応系と同様の第2の反応系を具備することを特徴とする半導体装置製造装置。

2. 特許請求の範囲第1項において、第1の室を介して第1の反応系に導入された基板

上の被形成面上にP型半導体層を設け、第1の室および第2の室を介して前記基板を第2の反応系に導入し、被形成面上に真性または実質的に真性の導電型の半導体層を設け、さらに第2の室および第2の室に連結された第2の室と同様の機構を有する第3の室を介して、前記第2の室と同様の機構を有する第3の反応系に前記基板を導入し、被形成面上にN型の導電型を有する半導体層を設けることを特徴とした半導体装置製造装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明はグローまたはアーク放電を利用したプラズマ気相法 (PCVDと以下いう) により、安定して再現性のよい半導体装置を多量に作製するための製造装置に関する。

本発明はPCVD装置に対し、反応系に関してはプラズマ気相法における反応性気体が導入される反応筒内には電極その他のジグを設けず、

被形成面を有する基板とその基板ホルダ（例えば石英製のポート）のみを導入し、反応性気体がラミナフロー（層流）とせしめることにより被膜を均一とし、さらに膜厚もバッチ内、バッチ間でバラツキの少ない半導体膜を形成させるための製造装置に関する。

一般にPCVD装置において、特に反応力の強い珪素を主成分とする反応性気体であるシランまたは珪素のハロゲン化合物気体を用いる場合、反応筒例えば石英ガラス管の内壁およびホルダに吸着した酸素（~~酸素~~）および水分が珪化合物気体と反応して、酸化珪素（低級酸化珪素）を作り、半導体としての導電性を悪くしていた。

本発明はかかる酸素、水分の反応炉への導入を防止するため、この反応筒に連結して基板および基板ホルダを保持または移動する機構を有する室を設け、その生産性の特性の再現性の向上に務めた製造装置に関する。

さらに本発明はプラズマ放電電界が基板表面に平行に（そつて）印加されるように電極を具

備せしめ、活性の反応性生成物が被形成表面に垂直方向に衝突して形成された半導体膜の特性を劣化させてしまうことを防いでいることを他の目的としている。この被形成面上へのスパッタ（損傷）の防止は、例えば被形成面上にP型半導体層を設け、その上面にI型（真性または実質的に真性）の半導体層を作製しようとする時、P型を構成する不純物が 10^{-7} ~ 10^{-6} mの濃度にI層に混入してしまい、PI接合を劣化させてしまう。本発明はかかる欠点を防ぐために示されたものである。

さらに本発明は前記した反応系よりなる第1の反応系と、これに連結して第1の室を設け、この第1の室に連結して第2の室を設け、さらにこの第2の室に連結した第1の反応系と同様の第2の反応系を設けた製造装置に関する。かかる製造装置においては、まず第1の室にて真空引され、酸素、水分が除去された雰囲気にて第1の反応炉に基板およびホルダが移動機構に

より挿入され、この反応炉にて一導電型例えばP型の導電型を有する半導体が形成された。さらにこの半導体が形成された基板を再び第1の室に引出し、さらにこれに連結した第2の室と同様に酸素、水分の全くない真空中にて移動される。さらにこの第2の室より第2の反応炉に基板およびホルダに導入させ、第1の室とは異なる導電型または異なる添加物またはその異なる濃度（不純物または添加物）にて第2の半導体層を第1の半導体層上に形成させることができる。

この際、第1の反応炉の内壁に付着した不純物が全く第2の半導体層を形成させる際付着することがないため、きわめて精度高く、導電率導電性または E_g （エネルギーバンド巾）等を制御することができるようになる。

さらに本発明はさらにこの独立した反応炉を三系統設け、これらを共通した室すなわち第1第2および第3の室で互いに連結した製造装置

において、特に第1の反応炉にてP型半導体層を、第2の反応炉にてI型半導体層を、さらに第3の反応炉にてN型半導体層を形成して、PIN型のダイオード特に光電変換装置を作製せんとする時、特に有効である。

本発明は積層するその層の数により共通した室を介して反応炉をその積層する膜の順序に従って設けることにより、その段数を2段または3段のみではなく、4~10段にすることができる。かくしてPIN、PINPIN、PINIPIN、NIPIN、PINIP、...等の接合構造に作ることができる。またこの半導体層の作製の際、IV価の元素例えば珪素に炭素またはゲルマニウムを添加し、その添加量を制御することにより、添加量に比例、対応した光学的エネルギーバンド巾(E_g)を有せしめることができる。例えばPIN接合を E_{gp} , E_{gi} , E_{gn} ($E_{gp} > E_{gi} \leq E_{gn}$)としたW-N-W (広い E_g — E_g —広い E_g)として設けることを可能とした。またさらにこのPIN接合を2つ積層して

設けたPINPIN構造において、 E_{gp1}, E_{g1}, E_{gn1} ,
 E_{gp2}, E_{g2}, E_{gn2} ($E_{gp1} > E_{gn1} > E_{g1} > E_{gp2} > E_{g2} > E_{gn2}$)
 として設け、 E_{gp1} (2.0~2.4eV), E_{gn1}
 (1.7~2.1eV) を Si_xO_{1-x} ($0 < x < 1$), E_{g1}, E_{gp}
 (1.6~1.8eV) を Si より、 E_{g2}, E_{gn2} (1.0~
 1.5eV) を Si_xGe_{1-x} ($0 < x < 1$) として設けること
 が可能である。かかるタンデム構造とするには
 反応系を6系統設ければよい。

またNINまたはPIN接合としたMIS-FET、
 バイポーラトランジスタにおいては反応系を2
 系統とし、第1の反応室により基板上にNまた
 はP層を、第2の反応系により次のI層を、さ
 らに第1の反応系に基板ホルダをもつて、第3
 番目のNまたはP層を作製する三層構造を2系
 統にて作ることが可能である。

これら本発明は、反応炉を互いに連結するの
 ではなく、それぞれ独立した反応系を共通する
 室に連結せしめ、この室を介して基板上に独立
 した半導体層を形成させることを目的としてい

い場合がしばしば見られた。

さらにこの反応装置は特に予備室を有してい
 ないため、1回製造することにより反応炉の内壁を
 大気(空気)にふれさせるため、酸素、水分が
 吸着し、その吸着酸化物が反応中バックグラウ
 ンドレベルに存在するため、電気伝導度が暗伝
 導度 $\sim 10^{-10}$ (Ωcm)、AM1での光伝導度も 10^{-1}
 $\sim 10^0$ (Ωcm)でしかなかった。しかしこの吸着物
 が全く存在しない装置を使つた本発明において
 は、暗伝導度 10^{-10} 、AM1での光伝導度は、
 $1 \times 10^{-9} \sim 9 \times 10^{-4}$ (Ωcm)と約100倍も高く、半導体
 的性質を有せしめることができた。本発明はか
 くこの如く従来多数用いられている平行平板型
 の一室反応炉のPCVD装置のあらゆる欠点を除去
 せんとしたものである。

さらにこの従来の方式をさらに改良したもの
 に、本発明人の出願になる独立分離型の反応装
 置が知られている。この装置は 半導体装置作
 製方法 昭和53年12月10日(53-152887)およ

る。

従来PCVD装置に関しては、上下に平行平板
 状に容量結合の電極を設け、その一方の電極例
 えば下側のカソード電極上に基板を配置し、下
 方向より加熱する方法が知られている。しかし
 この方法においては、反応炉は一室であるため
 P型、I型およびN型半導体層とを積層せんと
 すると、その一回目の製造の後のN型半導体層
 の不純物が2回目の次の工程のP型半導体層中
 に混入してしまい、再結合中心となつてダイオ
 ード特性を劣化させ、さらにその特性が全くば
 らついてしまった。このため光電変換装置を作
 るうとしても、その開放電圧 V_{oc} 0.2~0.6V
 しか得られず、短絡電流を数mA/cmしか流す
 ことができなかった。

加えてこの平行平板型の装置においては、電
 界は基板表面に垂直方向であるため、P型層の
 後I層を作らんとしても、このI層中にP層の
 不純物が混入しやすく、ダイオード特性が出な

びその分割出願 半導体装置作製方法(56-
 055608)に詳しく述べられている。さらに、
 被膜作製方法 昭和54年8月16日(54-104452)
 にもその詳細が述べられている。

これらの発明は、例えばPIN接合を有するダ
 イオードを作製せんとする場合、P型半導体層
 用の第1の反応系、I型半導体用の第2の反応
 系、さらにN型半導体層用の第3の反応系をそ
 れぞれの反応炉(ベルジャー)をゲイトバルブ
 にて連結したものである。かくすることにより
 P層の不純物がI層に混入することがなく、ま
 たN層の不純物がI層、P層に混入することが
 ない。いわゆる各半導体層での不純物制御を完
 全に精度よく行なうことができるという特徴を
 有する。さらにこのP層用の反応炉の前または
 N層用反応炉のあとに連結して予備室を設け、
 いわゆる外部よりの酸素、水蒸気の混入を防止
 しようとしたものである。

しかしかかる本発明人の発明になるたて型の

ベルジャー式またはその変形の反応炉を互いに連結した方式においては、基板の温度制御が十分に行えない。すなわち 300 ± 200 程度を有してしまっていた。このため形成される被膜のバラツキが大きく、好ましくなかつた。加えてひとつの反応炉に充填できる基板の数量が例えば 10cm^2 で1~10まいであつた。このため生産性がきわめて低く、いわゆる低価格、多量生産とはいえなかつた。

本発明はかかる本発明人の独立分離型の半導体装置製造装置をさらに改良し、温度精度も 300 ± 10 以下におさえ、加えて1回のローディング量を50~500まいにすることを可能とした低価格、高品質の半導体装置を多量に製造せんとするものである。

以下に図面に従つてその実施例を示す。

第1図は本発明の横型、独立分離式のプラズマCVD装置すなわち半導体装置製造装置の概要を示す。

の実効流量を数 $\text{m}^3/\text{秒}$ にまではやめた。

この第1の反応炉に加えてこの一方、図面では入口側に基板およびホルダ(4)を反応炉内に挿入または内より炉外に引出す移動機構(4)を有する第1の室(7)が設けられている。この室は大気圧にする場合は(4)より高純度空気が供給され、通気はバルブ(39)をへてロータリーポンプ(37)にて $0.001 \sim 0.01\text{ torr}$ に真空引がされている。

またこれ基板およびホルダ(4)は予備室(8)より移動され、この第1の予備室(8)は(4)より空気が導入され大気圧となり、真空引がバルブ(40)、ポンプ(38)によりなされ、室1(7)と概略等圧の十分低真空となつた。そして基板およびホルダ(10)が(4)に移される。さらにこの(4)は第1の反応炉(4)に移され、所定の半導体膜を基板上に形成させた。

さらにこの被膜を形成させた後、基板およびホルダ(4)は電極(41)に到り、外部にとり出すものは予備室(8)より外部にとり出すことができる。

図面において第1の反応系(1)は円筒状の反応管(5)例えば透明石英(アルミナその他のセラミックでもよい)であり、その直径は $100 \sim 300\text{ mm}$ とした。さらにこの反応炉(5)の外側に反対のプラズマ放電を行なわしめる電極(2)、(2)を配置した。この電極は例えばステンレス鋼よりなり、この電極をおおつて抵抗加熱ヒータ(3)を設け、指示温度 $50 \sim 350^\circ\text{C}$ 例えば 300°C に対し $\pm 1^\circ$ の精度にて制御されている。基板および基板ホルダは(4)で略化しており、反応性気体は(6)よりホモジナイザ(42)をへて供給される。一対の電極は供給用電源(43)により高周波 ($10\text{ kHz} \sim 100\text{ MHz}$ 代表的には 13.56 MHz が $5 \sim 200\text{ W}$ の強さにて供給される。反応後の不要の生成物およびヘリウム、水素等のキャリアガスは、排気口(4)より反応管内の圧力調整用バルブ(44)をへてロータリーポンプ(45)にて排出される。

反応筒(5)は反応中は反応圧力は $0.05 \sim 0.6\text{ torr}$ 代表的には 0.3 torr に保持され、反応性気体

またさらにこの上に半導体層を作ろうとする場合、(4)にシャッタ(32)を開け、第2の室(30)に移動させる。この(32)および(32)のシャッタ(33)は必ずしも必要ではなく、その場合は共通の室を反応炉に連続して複数ヶ設けることになる。

またさらに基板およびホルダは第2の反応系(42)に移され、第2の半導体層(例えばI層)を第1の半導体層(例えばP層)を形成する履歴に無関係に独立して作ることができた。

この第2の反応炉も反応性気体の導入口(4)より反応性気体が入り、キャリアガス、不純物は排気口、バルブ(44)真空引ポンプ(45)をへて外部に放出される。

さらにこの第2の半導体膜が形成された後、第2の予備室(35)をへて外部にとり出されてもよいが、この図面ではさらに今一度の第3の反応系(43)をへて第3の半導体層例えばN層半導体層を形成し、さらにこの三層が形成された基板およびホルダ(34)は真空引をされた第2の予

備室(35)をへて(3)より空気の導入によつて大気圧にさせた後、ゲートバルブ(36)をあけて外部にとり出される。

以上の概要より明らかな如く、本発明は第1の反応系には第1の室があり、この室に設けられた移動機構(4)により基板およびホルダ(4)は反応炉(1)と第1の室(7)との間を往復する。さらに同様に第2、第3の反応炉、基板およびホルダの移動および移動機構(4)を有している。この第1、第2、第3の室は共通させて設けており、この共通の室の前後の入口側および出口側に第1、第2の予備室を空気中の酸素、水分が反応系に混入しとようように設けてある。この製造装置においては、各反応ごとに反応炉より一度真空引された室(7)に引出されるため、各反応系の反応性気体が全くそれぞれの反応炉に混入されることがない。特に各反応炉と室との間のしきりバルブ(52)、(53)、(54)を出入れの際開閉し基板およびホルダ(4)が(4)と移動の際は、この

しきりバルブが完全に閉の状態であるため、従来の説明にて本発明人により示された各反応系が互いに1つのゲートバルブで連結されている場合に比べてさらに不純物のオートドーピングが少なくなつた。

加えてさらに以上の説明においては、基板のホルダは各反応室を基板と共に移動させた。しかしこの移動は基板のみとし、ホルダは第1の反応炉用のホルダ(4)、第2の反応炉用ホルダ(4)、第3の反応炉用ホルダ(4)をそれぞれ用に配置せしめることが本発明の製造装置においては可能である。かくすることにより、各反応室間の不純物の混入特にホルダ表面に付着しているP-N型またはEg可変用不純物、添加物の混入を完全に除去することができ、多量生産用として全く画期的なものである。

第2図は第1図の製造装置を概かんするものである。すなわち第1、第2、第3の反応炉に対して供給される反応性気体は(6)、(7)、(8)よりそれ

ぞれ供給される。その反応性気体は第2図(A)(9)および(10)に対応して示されている。

第2図(A)においては水素で希釈したジボラン(45)、シラン(44)反応炉内壁のエッチング用ガス例えば CF_4 (9:0~5%)炭化物の添加物である珪素と炭素とが化合した反応性気体例えばTMB(テトラメチルシラン $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$) (46)およびキャリアガスである水素またはヘリウム(47)が配置されている。

これらは流量計(マスフロメータ)(50)電磁バルブ(51)をへて(6)より第1の反応炉に供給される。この場合は $\text{Si}x\text{O}_{1-x}$ ($0.2 \leq x \leq 1$)で作られ導電型はP型としている。かくすることにより1.7~2.5eVのEgを有するP型のアモルファスまたはセミアモルファス構造を含む非単結晶半導体を基板上に100~300Åの厚さに形成させた。

被膜の作製は本発明人の出願になる特許願(プラズマ気相法 856.10.14 56-103627)

に詳しく述べられているが、例えば250~330°C 特に300°C 0.1~0.3torr プラズマ発生用電流13.56MHz 5~100W 被膜形成時間10秒~10分とした。

反応炉内壁は5~30回作製するとフレイク(薄片)が発生するので、かかる場合には CF_4 によりプラズマエッチングして除去すればよい。

第2図(B)はI層のアモルファスまたは5~100Åの大きさの微結晶性を含有するセミアモルファスまたはマイクロポリクリスタルよりなる非単結晶半導体膜を作製する場合を示している。

すなわちシラン(45) CF_4 (9:0~5%)キャリアガスであるヘリウム(49)よりなり5~20%にヘリウムにて希釈されたシランにより光伝導度 $1 \times 10^7 \sim 9 \times 10^4$ (9cm) 特に $5 \sim 20 \times 10^7$ (9cm)の値を有する珪素の非単結晶半導体を0.4~1μの厚さに作製した。

また第2図(C)は(A)とは逆にN型不純物であるフォスフィン(48)、シラン(45)、エッチング用ガス(45)

TMS (46) キャリアガス(40)を提供し1.00~500AのN型半導体層を作製した。

かくして第3図に示す如き基板上にPIN型のダイオードまたは光電変換装置を作り、その特性を調べた。

第3図(A)においてはステンレスの如き金属基板またはカプトンの如きフレキシブルフィルム

(70)上にP型半導体層(71),I型半導体層(72),N型半導体層(74)よりなる半導体層(73)を作製し、この上面にITOの如き透光性透明導電膜を600~800Å $\rho_s = 10 \sim 25 \Omega/\square$ を作製した。従来の一室式の平行平板型ではAM1 (100mW/cm²)にて8~7.5%/3mm²しか得られなかつたが、本発明人の出願になるたて型の独立分離式においては、7.5~9.5%/3mm²が得られた。しかし本発明では、ホルダを各反応炉独立式にした場合、最高16%/3mm²一般に12~15%の高い変換効率の太陽電池を作ることができた。またホルダを各反応炉共通にした場合、9.0~12.5%の高い効率

であつた。

これは酸素、水分等の酸化物気体の外部からの混入防止、各半導体表面等への不純物混入を防止したことにある。

さらに重要なことは、1回のバッチにおいて10cm²の基板を50~500まいもローディング可能であり、10cm²1まいに対する設備消却費は従来の50~500円であつたものが、0.2~2円と約1/100に下げることが可能となつた点で光電変換装置の流布のためきわめて重要であつた。

第3図(B)はガラスの如き透光性基板(76)上にITO(77) (500~800Å) (78)および酸化スズまたは酸化アンチモン(79) (100~300Å)よりなる低シート抵抗 ($\rho_s = 5 \sim 20 \Omega/\square$ 高耐熱性) の透明導電膜(77)上にP型半導体層(71),I型層(72),N型層(74)およびアルミニウムまたはITOよりなる裏面電極(75)を設けたものである。かかる構造においても変換効率10~15%を得ることができた。

このためこの構造をガラス基板上に集積化し

また同時にPIN型の逆流防止ダイオードを設けることにより民生用の太陽電池を従来より1/2の面積でかつ価格は200~250円を20~30円にまで下げ、10cm²の面積にて100~130円で作ることが可能になつた。

第4図は本発明のプラズマCVD法で特にグロー放電法を用いる反応炉に配置される基板、電極および基板のローディングの図面を示す。

図面において第4図(A)は電極(2),(2)を水平方向に平行に、また基板(61)を裏面を互いに密接して表面は基板間を20~40mmの間かくて設けた。またその配置はやはり水平に設けたものである。

反応炉(1)の反応筒(5)は直径100~300mm²代表的には180mm²を有し、その長さは200~400cmを有するため、10cm²の基板に図面の如き8まいではなく各段20まいを10~30列配置させることができた。このため1回の製造バッチで50~600まいを作ることができ、従来の平行平板式では全く考えられない量の半導体装置を一度

に作ることができた。

第4図(B)は電極(2),(2)を垂直方向に、また基板(61)の表面(被形成面)を垂直方向に裏面を互いに密接させて設けたものである。その他は(A)と同様である。

ホルダへの基板のローディングは(A),(B)を互いに交互に行なつてもよい。

第4図(C)はアーク放電法を用いたプラズマCVD法である。

図面では第1図(A)の1つの反応炉を示したものである。すなわち放電電極(2),(2)を有し、基板(61)はホルダ(60)にローディングされ、反応管(5)の外側には加熱用ヒータ(3)が設けられている。反応性気体は(6)より導入され、不要の反応性成物およびキャリアガスは(63)より外部に放出される。この不要の反応生成物は低温になる領域で粉末状になるため、反応炉(5)の中(内壁)にこれらが発生することを防ぐため、ヒータ(3)は(65)に示す如く反応管のすべてをおおうようにした。

かくすることにより粉末状の反応生成物を反応筒内に残留させることはなくなり、歩留の向上につた。第1図また第4図(A),(B)においても同様にすると、さらに生産性の向上に役立つた。

以上の説明より明らかな如く、本発明はプラズマ気相法に対し多量生産を可能にする横型反応方式を採用し、さらにそれらに共通室を設け連続的に製造する構造とすることによりバッチ方式と連続方式とを結合させることが可能となつた。このためこの装置を基源とし、2つの反応系、4~8の反応系等を作ることができ、初めてPCVD装置で大量生産可能な方式を開発することができた。

さらにこの半導体製造装置において、単にPIN-の光電変換装置のみではなく、N(0.1~1 μ)-I(0.2~2 μ)-I(0.5~1 μ)の伝導型のIGFET(たてチャネル型の絶縁ゲイト型電界効果半導体装置)を、またはそれを集積化した構造を作ることが可能である。さらにこの反応炉に横方

向に巾2~20cmの50~100cmの長い半導体基板を配置し、その上面全面にフォトセンサアレイその他の半導体装置を作ることにも可能である。以上本発明の半導体製造装置の工学的効果はきわめて著しいものであると信じる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の半導体装置製造装置の実施例を示す。

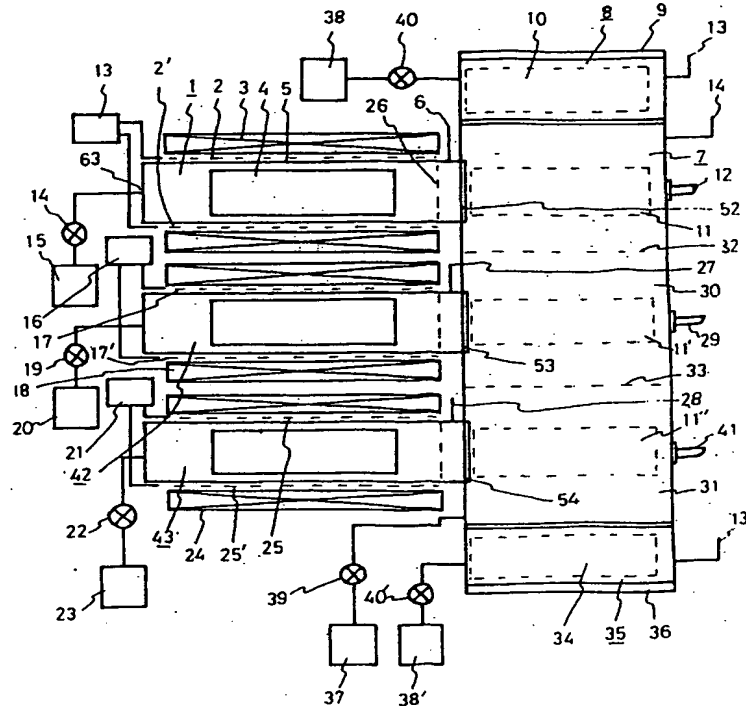
第2図は第1図を補かんする反応性気体のガス系の実施例を示す。

第3図は本発明により作られた光電変換装置のため断面図を示す。

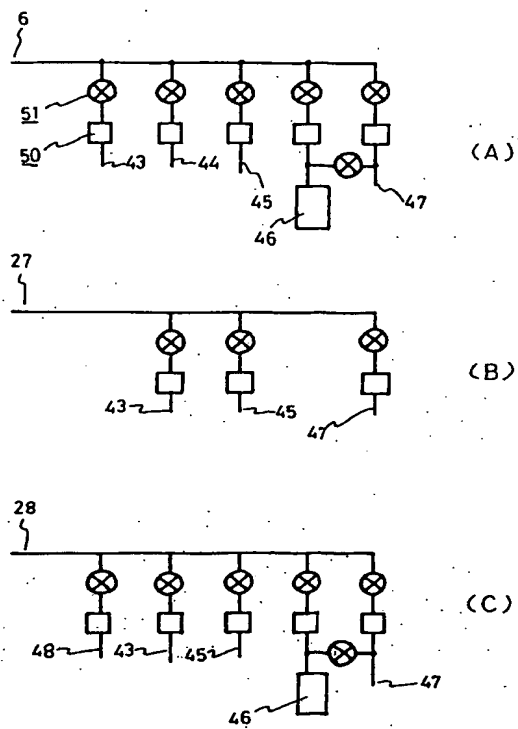
第4図は第1図の反応炉の部分を示す実施例である。

特許出願人

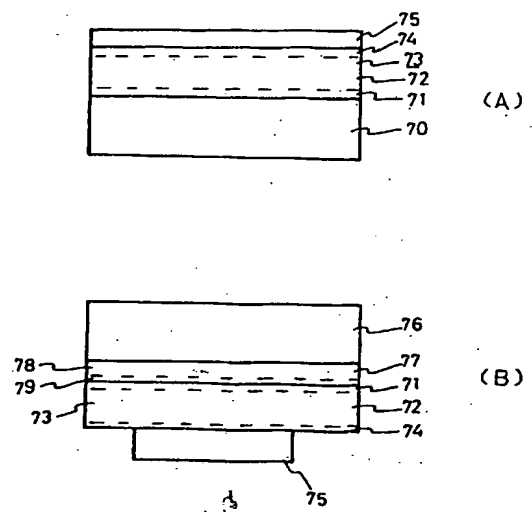
株式会社半導体エネルギー研究所
代表者 山崎 舜 平



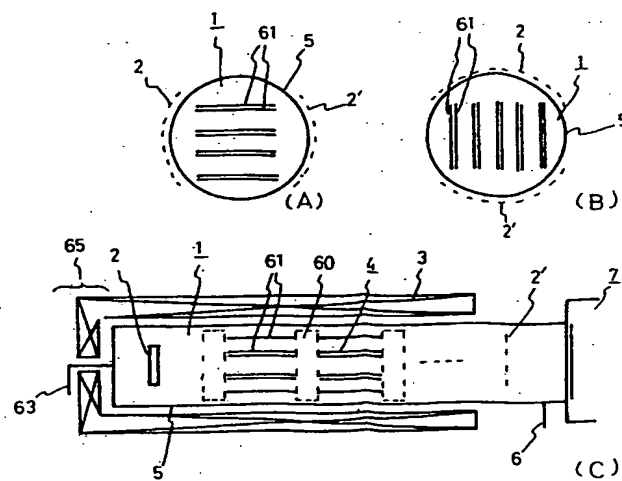
第1図



第 2 図



第 3 図



第 4 図